

BEST AVAILABLE COPY
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-251108
(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.Cl.

H01P 5/04

(21)Application number : 2000-061603

(71)Applicant : NIHON KOSHUHA CO LTD

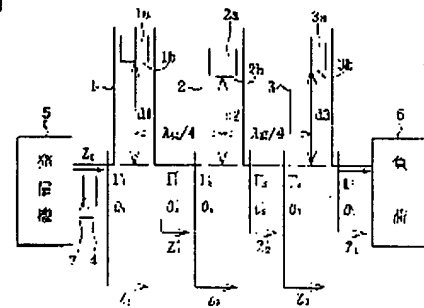
(22)Date of filing : 07.03.2000

(72)Inventor : SHINOHARA KIBATSU
UMEZAWA KAZUTO
IMAYOSHI TSUGIO

(54) AUTOMATIC MATCHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an automatic matching device which is excellent in a maximum power characteristics and also small-sized and is easily controlled by using a matching circuit in place of a matching circuit using a stub.
SOLUTION: A waveguide transmission line is connected between a transmitter and a load, and three pieces of waveguide branch variable reactance are provided on the transmission line. A directional coupler or a capacitive coupler is provided to calculate the absolute value and phase of a load reflection coefficient and drives the variable reactance by using these signals to perform matching. When the transmission line is a coaxial tube, three pieces of coaxial tube branch variable reactance are provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3375591

[Date of registration] 29.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3375591号

(P3375591)

(45) 発行日 平成15年2月10日 (2003.2.10)

(24) 登録日 平成14年11月29日 (2002.11.29)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

H 0 1 P 5/04

6 0 1

H 0 1 P 5/04

6 0 1 B

請求項の数4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-61603(P2000-61603)
(22) 出願日 平成12年3月7日 (2000.3.7)
(65) 公開番号 特開2001-251108(P2001-251108A)
(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)
審査請求日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(73) 特許権者 391020986
日本高周波株式会社
神奈川県横浜市緑区中山町1119
(72) 発明者 篠原 己拔
横浜市緑区小山町607-5
(72) 発明者 梅沢 九十
横浜市緑区北八朔町1938-149
(72) 発明者 今吉 次雄
横浜市緑区三保町2055-1 サンシャイ
ンヒルズB206号
(74) 代理人 100094536
弁理士 高橋 隆二 (外2名)

審査官 岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動整合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発振器と負荷との間に配置された自動整合装置であって、該自動整合装置は、導波管分岐可変リアクタンスを3カ所設け、該導波管分岐可変リアクタンスの一面を短絡面としてこの位置を可変とし、該導波管分岐可変リアクタンスの長さを0～λg/4の範囲で可変にした整合器を有し、該整合器の入力側で取り出した信号を演算処理してこの位置における反射係数の絶対値|Γ|と位相角θの信号を得て、この信号により各導波管分岐可変リアクタンスの値とその間隔の電気角を計算することにより、最も負荷に近い導波管分岐可変リアクタンスの位置における負荷の反射係数の絶対値|Γ_L|と位相角θ_Lを算出し、この点における基準化した負荷インピーダンスZ_L=R_L+iX_L (iX_L<0) における、R_L=1、R_L<1及びR_L>1の3つの場合、

又は基準化した負荷アドミタンスY_L=G_L+iB_L (iB_L<0) におけるG_L=1、G_L<1及びG_L>1の3つの場合について判別を行い、その各々の場合に於いた演算処理を行って、整合器の出力側から負荷を見たインピーダンスおよび整合条件を算出し、整合器の各導波管分岐可変リアクタンスの値がその整合条件に合うように短絡面の位置を可変にしたことを特徴とする自動整合装置。

【請求項2】 整合器の発振器側に方向性結合器を設け、この方向性結合器により進行波電力と反射波電力の一部を取り出し、この信号により負荷の反射係数の絶対値|Γ|と位相角θを算出する請求項1記載の自動整合装置。

【請求項3】 整合器の発振器側にλg/8の間隔で3個以上の容量結合器を設け、該容量結合器より取り出し

た各信号を検波し、演算処理して負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ と位相角 θ を算出する請求項 1 記載の自動整合装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 の導波管分岐可変リアクタンスに替えて同軸管分岐可変リアクタンスとした自動整合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、導波管回路における負荷の変動に対するマイクロ波の自動整合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、マイクロ波電力の利用分野は拡大し各種の用途に用いられている。発振器（マイクロ波電源）で発生させたマイクロ波電力を負荷に有効に印加し、その印加するマイクロ波電力を常に安定にすることは品質管理上重要である。そのため整合装置を用いて電源と負荷のインピーダンスの整合をとることにより、負荷からの反射電力を打消すことが広く用いられている。

【0003】 導波管回路において従来整合器としていわゆるスタブがよく用いられる。スタブは方形導波管の場合広い面（E面）または狭い面（H面）から金属棒を挿入することにより反射波を発生させ、これを 2～3 本組み合わせたもので、構造が比較的簡単となる。

【0004】 しかしながら、使用するマイクロ波電力の大電力化に伴い、スタブを使用する際の耐電力特性が問題となる。例えばスタブの金属棒の先端の電界の集中による電界強度の増大、金属棒の温度上昇の増大、スタブの導波管面との接続構造による電波漏れの対策、チョーク構造における電界強度の増大など解決すべきいろいろな問題をかかえている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上記の事情に鑑みて提案されたもので、スタブを用いた整合装置に代わる整合装置を用いることにより、耐電力特性に優れかつ小型で制御が簡単な方式を実現することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するための本発明は、発振器と負荷との間に配置された自動整合装置であって、その自動整合装置は、導波管分岐可変リアクタンスを 3 か所設け、その導波管分岐可変リアクタンスの一面を短絡面としてこの位置を可変とし、導波管分岐可変リアクタンスの長さを $0 \sim \lambda_g/4$ の範囲で可変にした整合器を有し、その整合器の入力側で取り出した信号を演算処理してこの位置における反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ と位相角 θ の信号を得て、この信号により整合器の出力側から負荷を見たインピーダンスおよび整合条件を算出し、整合器の各導波管分岐可変リアクタンスの値がその整合条件に合うように短絡面の位置を可変に

したことを特徴とする自動整合装置である。

【0007】 本発明は、マイクロ波電力を伝送する導波管回路において、発振器と負荷との間に接続した導波管伝送線路に 3 本の導波管分岐可変リアクタンス（以下単に「可変リアクタンス」という）を設けた自動整合装置である。方形導波管の場合、分岐回路を広い面（E面）に設ける方式が、可変リアクタンスを形成する構造が小型になる利点があるが、狭い面（H面）の場合も可能である。

【0008】 可変リアクタンスを形成する方法は種々あるが、例えば構造が簡単な可動短絡器（短絡板）を使用する方式を採用することができる。短絡板の可動距離を $0 \sim \lambda_g/4$ （ λ_g は管内波長、以下略す）とすればリアクタンスは $0 \sim jX(\Omega)$ で、 X は $0 \sim \infty$ をとる。可変リアクタンスの間隔を $\lambda_g/4$ の整数倍にとることにより、スミスチャートの全範囲をカバーできる整合器として作動する。

【0009】 この整合器の発振器側に方向性結合器を設け、進行波電力と反射波電力に結合させ、反射波電力信号を θ_1 と θ_2 （例えば $\theta_1 \approx 0^\circ$ 、 $\theta_2 \approx 90^\circ$ ）の信号に分割し、進行波電力信号を θ_3 と θ_4 （例えば $\theta_3 \approx 0^\circ$ 、 $\theta_4 \approx 180^\circ$ ）に分割した信号を得、それらによって方向性結合器より見た負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ および位相角 θ を算出し、この反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ と位相角 θ の信号を用いて、可変リアクタンスを駆動し整合動作を行わせることができる。

【0010】 本発明による自動整合装置においては、整合器より発振器側の導波管伝送線路に 3 個以上の容量結合器を $\lambda_g/8$ 間隔に配置し、これにより取り出した各信号を検波し、演算処理を行って負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ および位相角 θ を算出し、この $|\Gamma|$ と θ の信号を用いて、可変リアクタンスを駆動し整合動作を行わせることもできる。

【0011】 可変リアクタンスの駆動方法としては、ボールねじを使用してもよく、あるいはパルスモータを使用することもできる。もしくは両方を使用し、パルスモータとボールねじ駆動部との結合を回転板に設けた 2 本のピンにより行うこともできる。リアクタンスの基準位置を導波管面と同一面とし、この位置からパルス数に応じたステップ数を選び最大移動幅を決めてもよい。

【0012】 また同じように同軸管回路においても、発振器と負荷の間に同軸管伝送線路を接続し、その伝送線路上に 3 本の同軸管分岐可変リアクタンスを用いて整合器を構成することができる。

【0013】 自動整合装置の入力部で計測し、演算処理した反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ と位相角 θ とにより各リアクタンスの値とその間隔の電気角を計算することにより、最も負荷に近い可変リアクタンスの位置における負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma_L|$ 、位相角 θ_L を算出する。この点における基準化した負荷インピーダンス Z

$1 = R_1 + jX_1$ ($jX_1 < 0$) において、 $R_1 = 1$ 、または $R_1 < 1$ 、もしくは $R_1 > 1$ の3つの場合について判別を行い、その各々の場合に於いた演算処理をして3本の変リアクタンスを駆動するように整合装置を構成することができる。

【0014】また、上記の点における基準化した負荷アドミタンス $Y_1 = G_1 + jB_1$ ($jB_1 < 0$) において、 $G_1 = 1$ 、または $G_1 < 1$ 、もしくは $G_1 > 1$ 、の3つの場合について判別を行い、その各々の場合に於いた演算処理をして3本の変リアクタンスを駆動するように整合装置を構成することもできる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の自動整合装置の一例を図1に示し、これによって本発明を具体的に説明する。図1において、マイクロ波発振器5と負荷6との間に方形導波管の伝送線路4が接続され、3本のE面導波管分岐回路1、2および3は $\lambda_g/4$ 間隔に設けられる。この導波管分岐回路には可動短絡器1a、2aおよび3aが設けられていて、入射波を完全反射することにより可変リアクタンス1、2および3として動作する。可動短絡器の短絡面1b、2bおよび3bの可動距離をd

(d_1 、 d_2 、 d_3)とすれば、導波管面の位置を0として基準化したリアクタンスの値は $j \tan(\beta \cdot d)$ (β は位相定数)と表されるので、dを0～ $\lambda_g/4$ として基準化したリアクタンスは誘導性リアクタンス0～ $-jX$ で、Xは0～ ∞ の値をとる。7は方向性結合器である。

【0016】図2は負荷側に近い2本の導波管分岐回路即ち可変リアクタンスの直列リアクタンスによる整合領域を示すスミスチャート(この場合はインピーダンスチャート)である。可変リアクタンス(図1の1、2および3)は、伝送回路に対し直列回路として作用するので、 $\lambda_g/4$ の間隔で配列した3本の変リアクタンスのうち、負荷に近い2本(図1の3および2)により図2に示すように、スミスチャート(インピーダンスチャート)の斜線の領域が整合範囲となる。一番電源側の3本目の可変リアクタンス(図1の1)の位置でみれば、

$$R_1 = (1 - \Gamma_L^2) / (1 - 2\Gamma_L \cos \theta_L + \Gamma_L^2)$$

$$X_1 = 2\Gamma_L \sin \theta_L / (1 - 2\Gamma_L \cos \theta_L + \Gamma_L^2)$$

すでに説明したように可変リアクタンスの基準化したリアクタンス $+jX$ は、伝送回路に対し直列回路として作用するので、この位置で整合が成立するためには $R_1 = 1$ 、 $jX_1 < 0$ でなければならない。同じように

$R_1 < 1$ 、 $jX_1 < 0$ 、または、 $R_1 > 1$ 、 $jX_1 < 0$ 、の場合について判別を行い、その各々の場合に於いた演算処理によって3本の変リアクタンスを駆動するように整合装置を構成することができる。

【0022】図3は本発明による自動整合装置の他の一例を示したものである。図3において、8は容量結合器で、他の符号は図1と同じである。図3は図1の方向性

上記の非整合範囲はスミスチャートの対称位置に移される。したがってこれらの3本の変リアクタンスにより、スミスチャートの全域の整合がとれることになる。

【0017】同じように間隔 $\lambda_g/4$ の3本の変リアクタンスの場合、基準化したリアクタンスが容量性であれば、アドミタンス $Y = jB$ において、Bは0～ ∞ をとり、スミスチャート(この場合はアドミタンスチャート)の全域の整合がとれる。可動短絡器の短絡面はチョーク構造とするか、場合により接触片による構造であってもよい。可動短絡器の駆動方法はボールねじを使用してもよいし、パルスモータを使用してもよい。あるいは可変リアクタンスの駆動方法にパルスモータとボールねじ駆動部との結合を回転板に設けた2本のピンにより行うようにしてもよい。リアクタンスの基準位置を導波管面と同一面とし、この位置からパルス数に応じたステップ数を選んで最大移動幅を決めてもよい。

【0018】これらの可変リアクタンスの手前即ち整合器の発振器側に方向性結合器を設け、進行波電力と反射波電力に結合させ、反射波電力信号を 0° と 90° に分割し、進行波電力信号を 0° または 180° 、あるいは 0° と 180° に分割した信号を得、それらによって方向性結合器より見た負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ と位相角 θ を用いて、各リアクタンスの値とその間隔の電気角を計算することにより、最も負荷に近い可変リアクタンスの位置における負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma_L|$ と位相角 θ_L とを算出する。

【0019】この点における特性インピーダンスにより基準化した負荷インピーダンス $Z_1 = R_1 + jX_1$ ($jX_1 < 0$) において、 $R_1 = 1$ または $R_1 < 1$ 、もしくは、 $R_1 > 1$ 、の3つの場合について判別を行い、その各々の場合に於いた演算処理をして3本の変リアクタンスを駆動するように整合装置を構成することができる。

【0020】基準化した負荷インピーダンス $Z_1 = R_1 + jX_1$ は反射係数の絶対値 $|\Gamma_L|$ 、位相角 θ_L を用いて次の式から算出される。

【0021】

結合器7の代わりに3個の容量結合器8を、可変リアクタンスの位置より発振器側の導波管伝送線路に $\lambda_g/8$ 間隔に配置した場合を示す。この容量結合器8により取り出した各信号を検波し、演算処理を行って負荷の反射係数の絶対値 $|\Gamma|$ および位相角 θ を算出し、この $|\Gamma|$ と θ の信号を用いて、可変リアクタンスを駆動し整合動作を行わせることもできる。

【0023】以下図1により本発明に係る自動整合装置の整合回路の動作手順を詳細に説明する。

1) 初期設定

$d_1 = 0$ 、 $d_2 = 0$ 、 $d_3 = 0$ としてゼロセットする。

- 2) メモリ値に合わせて d_1 、 d_2 、 d_3 をセットする。
 3) 負荷を接続した整合回路の基準化入力インピーダンス Z_1 または複素反射係数 Γ_1 を測定する。外部設定信

$$4) X_{s1} = \tan \beta d_1, \quad X_{s2} = \tan \beta d_2, \quad X_{s3} = \tan \beta d_3$$

を計算する。

$$5) Z_1 - j X_{s1} = Z_1'$$

を求めて複素反射係数 Γ_1' およびその絶対値 $|\Gamma_1'|$ 、位相角 θ_1' を計算する。

$$6) \theta_2 = \theta_1' + \pi/2$$

なる位相角 θ_2 と絶対値 $|\Gamma_1'|$ から複素反射係数 Γ_2 および基準化入力インピーダンス Z_2 を算出する。

$$7) Z_2 - j X_{s2} = Z_2'$$

$$Z_1 = R_1 + j X_1, \quad 1/Z_1 = Y_1 = G_1 + j B_1$$

複素反射係数 Γ_1 およびその絶対値 $|\Gamma_1|$ 、位相角 θ_1 を計算する。

$$10) Z_1, \theta_1, |\Gamma_1|, Y_1 \text{ を表示する。}$$

【0024】前記した次の3つの場合に対応して整合動作を説明する。

場合 (a) $R_1 = 1, X_1 < 0$

場合 (b) $R_1 < 1, X_1 < 0$ 、または $G_1 > 1, B_1 < 0$

場合 (c) 上記以外の場合である。

【0025】

場合 (a) ($R_1 = 1, X_1 < 0$ の場合) (11~13)

11) $X_{s1} = 0, X_{s2} = 0$ として
 $-X_1 = X_{s1}$ となる X_{s1} から d_1 を算出する。

12) 現在の d_1 と新しい d_1 を比較しモータを駆動する。

13) 新しい d_1 より X_{s1} を算出し $Z_3 = 1$ になることを確認する。

【0026】場合 (b) ($R_1 < 1, X_1 < 0$ 、または $G_1 > 1, B_1 < 0$) (21~29)

$$21) Z_3 = Z_1 + j X_{s3}$$

$Y_3 = G_3 + j B_3$ を計算し、 $G_3 = 1$ にしたときの X_{s3} を算出する。

X_{s3} の値から d_3 を算出する。

22) 短絡面の位置から d_3 との差を算出して、モータを駆動する。

23) 新しい d_3 より X_{s3} を算出し

$$Z_3 = Z_1 + j X_{s3}$$

から複素反射係数 Γ_3 および位相角 θ_3 を算出する。

$$24) \theta_2' = \theta_3 - \pi/2$$

なる位相角 θ_2' と絶対値 $|\Gamma_3|$ から複素反射係数 Γ_2' および基準化入力インピーダンス Z_2' を算出する。

$$25) \text{新しい } d_3 \text{ より } X_{s3} \text{ を算出し、} Z_2 = Z_2' + j X_{s2} \text{ とし} \\ = C_2' + j (D_2' + X_{s2})$$

号 Z_1' 、 Γ_1' の有無を判定する。外部設定信号有りの場合はこの外部設定信号を上記にベクトル的に加えたものを Z_1 または Γ_1 と表現する。

を求めて複素反射係数 Γ_2 およびその絶対値 $|\Gamma_2'|$ 、位相角 θ_2' を計算する。

$$8) \theta_3 = \theta_2' + \pi/2$$

なる位相角 θ_3 と絶対値 $|\Gamma_2'|$ から複素反射係数 Γ_3 および基準化入力インピーダンス Z_3 を算出する。

$$9) Z_3 - j X_{s3} = Z_1$$

を求めて次の式を計算する。

この式の第2項を0にする X_{s2} すなわち

$$-D_2' = X_{s2}$$

から d_2 を算出する。

26) Z_2 から複素反射係数 Γ_2 および位相角 θ_2 を算出する。

$$27) \theta_1' = \theta_2 - \pi/2$$

なる位相角 θ_1' と絶対値 $|\Gamma_2|$ から複素反射係数 Γ_1' および基準化入力インピーダンス Z_1' を算出する。

28) $X_{s1} = 0$ であるから

$$Z_1 = Z_1', \quad \Gamma_1 = \Gamma_1' \text{ となる。}$$

29) 外部信号がある場合

$$\Gamma_1 + \Gamma_1' = \Gamma_1$$

$$Z_1 + Z_1' = Z_1 \text{ とする。5) へもどる。}$$

【0027】場合 (c) 【上記の場合 (a) および場合 (b) 以外の状態をいう】 (31~39)

31) $X_{s3} = 0, d_3 = 0$ とする。

Z_1 から複素反射係数 Γ_1 およびその絶対値 $|\Gamma_1|$ 、

$$32) \theta_2' = \theta_1 - \pi/2$$

なる位相角 θ_2' と絶対値 $|\Gamma_1|$ から複素反射係数 Γ_2' および基準化入力インピーダンス Z_2' を算出する。

$$33) Z_2 = Z_2' + j X_{s2}, \quad Y_2 = G_2 + j B_2$$

$G_2 = 1$ となる X_{s2} を計算し、 d_2 を計算する。

34) モータ駆動

35) 新しい d_2 より X_{s2} を計算し

$$Z_2 = Z_2' + j X_{s2} \text{ を算出する。}$$

Z_2 から複素反射係数 Γ_2 および位相角 θ_2 を算出する。

$$36) \theta_1' = \theta_2 - \pi/2$$

なる位相角 θ_1' と絶対値 $|\Gamma_2|$ から複素反射係数 Γ_1' および基準化入力インピーダンス Z_1' を算出する。

$$37) Z_1 = Z_1' + j X_{s1}, \quad Y_1 = G_1 + j B_1$$

$G_1 = 1$ となる X_{s1} を計算し、 d_1 を計算する。

38) 現在の d_1 と新しい d_1 との差でモータを駆動す

る。

$$39) Z_1 = Z_1' + j X_{s1}$$

$\Gamma_1 = 0$ 、 $Z_1 = 1$ の確認を行う。

【0028】

【発明の効果】本発明に係る自動整合装置は上記の構成であるから、以下に列举する効果を奏する。

(1) 耐電力性に優れた構造のためマイクロ波大電力で利用できる。

(2) 短絡面が導波管面から分岐リアクタンスとして使用できるので、形状が小型化できる。

(3) 構造が簡単で信頼性が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による整合回路の1例を示す図

【図2】負荷側に近い2本の直列リアクタンスによる整

合領域を示すスミスチャート（インピーダンスチャート）

【図3】本発明による整合回路の他の1例を示す図

【符号の説明】

1、2、3 導波管分岐可変リアクタンス

1a、2a、3a 可動短絡器

1b、2b、3b 短絡面

1d、2d、3d 可動距離

4 方形導波管伝送回路

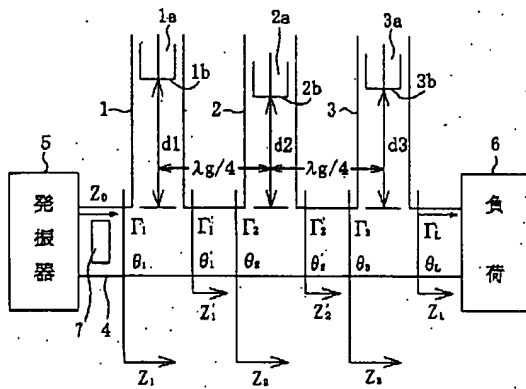
5 発振器

6 負荷

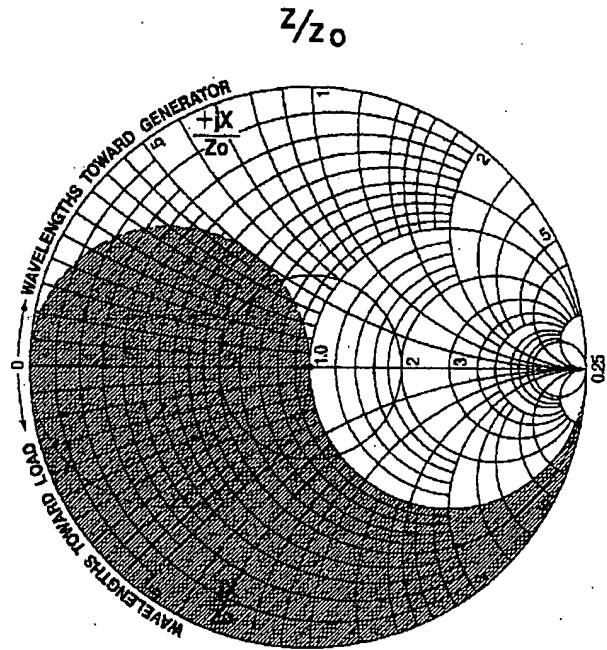
7 方向性結合器

8 容量結合器

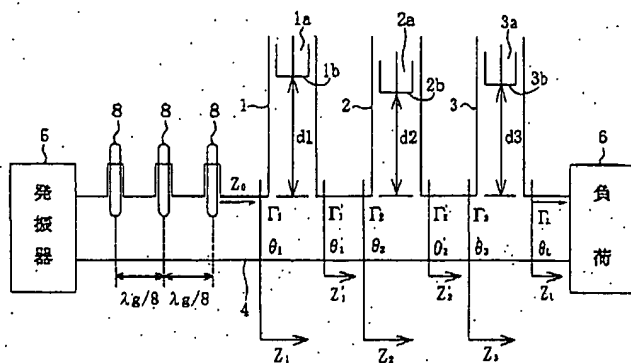
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平2-249301 (JP, A)
特開 平6-188221 (JP, A)
特開 昭64-16102 (JP, A)
特開 昭63-15502 (JP, A)
実開 平7-20702 (JP, U)
船山清親, 「解説・マイクロ波技
術」, 電気書院, 昭和44年、第85頁
鈴木桂二, 「マイクロ波測定」, コロ
ナ社, 昭和36年, 139-140頁

(58)調査した分野(Int. Cl.⁷, DB名)
H01P 5/04 601

